



# VU Research Portal

## Bodemkundig onderzoek van twee mogelijke Bronstijd inhumaties te Malden.

Kootker, L.M.

2009

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

Kootker, L. M. (2009). *Bodemkundig onderzoek van twee mogelijke Bronstijd inhumaties te Malden*. (IGBA rapport 2009-06). Instituut voor Geo- en Bioarcheologie.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# *Bodemkundig onderzoek van twee mogelijke Bronstijd inhumaties te Malden*

*Lisette M. Kootker*



Opdrachtgever: ACVU - HBS  
Projectnummer: 2009-06  
Uitvoerder: Lisette M. Kootker  
Instituut voor Geo- en Bioarcheologie  
Vrije Universiteit Amsterdam

*IGBA Rapport 2009-06*







## Inhoudsopgave

1. Inleiding .....	1
2. Theorie.....	3
3. Materiaal en methoden.....	5
3.1.    Monstername.....	5
3.2.    Preparatie XRF tabletten .....	5
3.3.    Röntgen fluorescentie spectrometrie (XRF) .....	5
3.4.    Data processing.....	6
4. Resultaten en discussie.....	7
4.1.    Spoor S6.87.....	8
4.2.    Spoor S6.88.....	10
5. Conclusie .....	13
6. Referenties .....	15
Issuelist .....	17
Bijlage 1.....	21



## 1. Inleiding

In februari 2009 heeft het Archeologisch Centrum Vrije Universiteit – Hendrik Brunsting Stichting (ACVU-HBS) in opdracht van de gemeente Heumen archeologisch onderzoek verricht op de locatie Malden – Broeksingel.

Binnen dit plangebied is op korte termijn nieuwbouw gepland. De vereiste graafwerkzaamheden ten behoeve van deze nieuwbouw zullen de archeologische resten binnen het gebied dermate verstoren dat een definitieve opgraving noodzakelijk werd geacht. Het doel van het archeologisch onderzoek was de vindplaats te onderzoeken ten behoeve van de kennisvorming van het verleden en het veilig stellen van het vondstmateriaal en diens archeologische informatie.

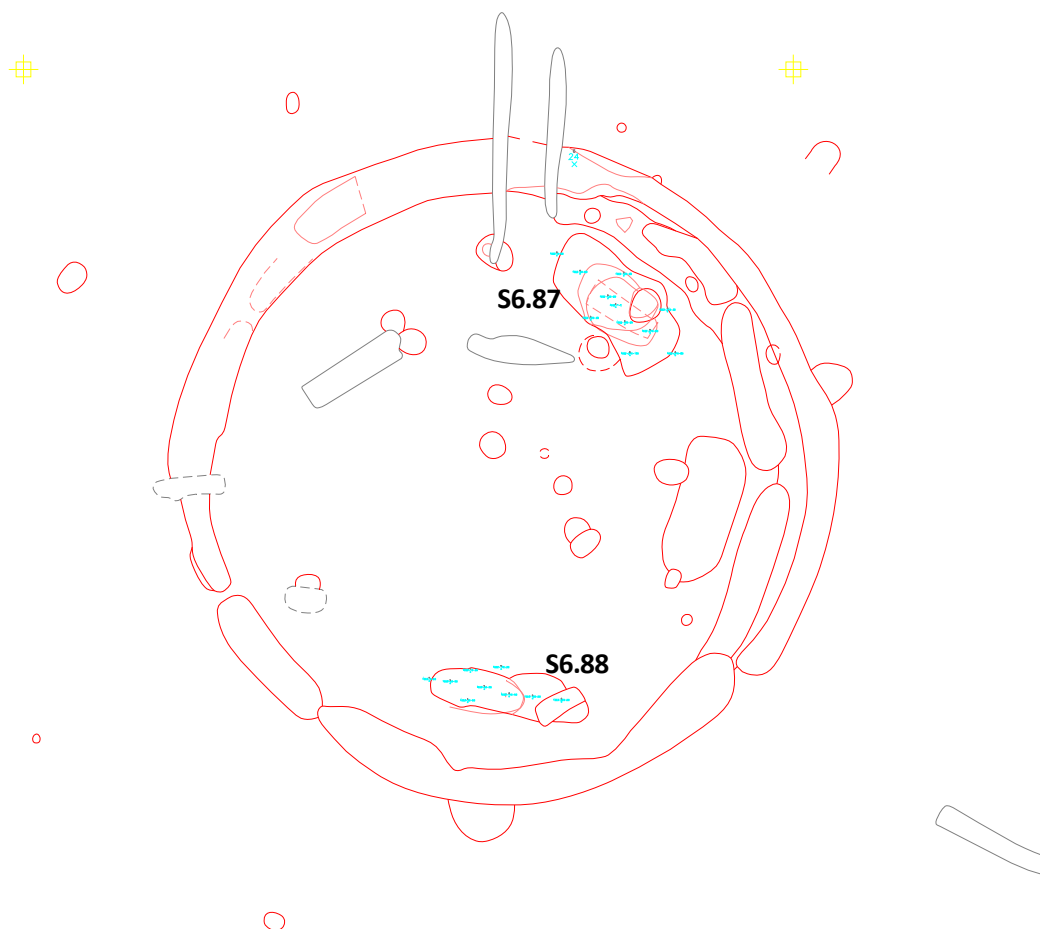
In de nabije omgeving van het plangebied zijn diverse vindplaatsen bekend. Noordelijk zijn de resten gevonden van nederzettingen uit de Bronstijd, IJzertijd, Romeinse tijd en de Middeleeuwen. Ten oosten van het terrein is een Bronstijdgraf ontdekt. Vondsten uit dezelfde perioden zijn ook binnen het plangebied aangetroffen.

Sporen uit de Bronstijd zijn met name aan de westzijde van het plangebied aangetroffen, waaronder de resten van een grafheuvel, waarvan de kringgreppel nog goed zichtbaar was. Binnenin de grafheuvel werden een drietal sporen aangetroffen die mogelijk te interpreteren zijn als resten van begravingen (figuur 1).

Een eerste kuil is als testcase volledig opgegraven om de diepte van de kuil te onderzoeken en te kijken naar de aan- of afwezigheid van een eventueel lijksilhouet. Enig spoor van menselijke begravingen ontbraken helaas geheel. Om die reden is besloten om de overige twee kuilen geochemisch te analyseren met als doel te onderzoeken of deze sporen inderdaad de resten zijn van menselijke begravingen. Hiervoor zijn er tijdens de opgraving een twintigtal bodemmonsters genomen van twee sporen, S6.87 en S6.88 respectievelijk. De resultaten zijn vervolgens vergeleken met het geochemische spectrum van twee achtergrondmonsters, welke in het beste geval de niet aan archeologische elementen verrijkte bodem vertegenwoordigen.

Verhogingen van de concentraties van onder andere fosfaat (P), ijzer (Fe) en calcium (Ca) van de bodemmonsters uit de vermoedelijke graven ten opzichte van de achtergrondmonsters zouden de hypothese ondersteunen dat we hier met resten van inhumaties te maken hebben.





Figuur 1. Overzichtstekening van de grafheuvel en de twee onderzochte sporen (S6.87 en S6.88 respectievelijk). De kuil die als testcase volledig is opgegraven ligt tussen de twee onderzochte kuilen in aan de oostzijde van de grafheuvel.

## 2. Theorie

De conservering van bot wordt bepaald door extrinsieke en intrinsieke factoren. Extrinsieke factoren zijn ondermeer het bodemmilieu (porositeit, pH etc.) en intrinsieke factoren de grootte, en samenstelling van het bot (Jans 2003). Met name het bodemmilieu is van belang bij de vraag waarom bot wel goed geconserveerd blijft in de ene bodem en niet in de andere bodem. In het meest extreme geval zoals bij de opgraving te Malden is het bot zelfs volledig verdwenen.

Het verschil ligt ondermeer in de aan- of afwezigheid van water, het zuurstofarm of -rijk zijn van de bodem, de concentratie calcium en fosfaat in de bodem en de zuurgraad van de bodem. Met name de laatste twee factoren zijn van belang.

Indien een bodem een lage zuurgraad heeft zal dat uiteindelijk leiden tot de demineralisatie van het bot; het hydroxyapatiet waaruit bot voor 70% bestaat en waaraan bot zijn stevigheid en hardheid verschaft zal oplossen en zodoende zal het bot op den duur volledig verdwijnen. Eenzelfde effect heeft een lage fosfaatconcentratie van een bodem; ook dat zal op den duur leiden tot de demineralisatie van het bot (Gordon en Buikstra 1981, Child 1995, Jans 2003).

Maar met het verdwijnen van het fysieke lichaam verdwijnt niet meteen al de informatie uit de bodem. Verscheidene onderzoeken hebben inmiddels uitgewezen dat het mogelijk is om de aanwezigheid van lichamen die volledig chemisch ontbonden zijn in de bodem te detecteren door middel van geochemische methoden en technieken. De antwoorden moeten gezocht worden in de zogenaamde 'concentratie factoren' van verschillende elementen die vrijkomen in de bodem tijdens het ontbindingsproces van de menselijke resten. Studies van Keeley *et al.* (1977), Mason en Moore (1982), Herreman en Grupe (1988), Bethel en Smith (1989) en vele anderen laten zien dat vooral de elementen zwavel (S), fosfor (P), Calcium (Ca), tin (Sn), mangaan (Mn), ijzer (Fe), zink (Zn) en natrium (Na) als mogelijke indicatoren kunnen functioneren. Omdat fosfaat (de meest voorkomende vorm waarin fosfor in verbindingen voorkomt) relatief stabiel is in de meeste typen bodems wordt het als meest geschikte indicator voor menselijke resten aangegeven. Het moet echter gezegd worden, dat verhogingen in de concentratie fosfaat ook karakteristiek zijn voor dierlijke resten (zie o.a. Jenkins 1989).

Voor deze studie is gekozen om de bodemmonsters voor de volgende elementen te analyseren: fosfaat, ijzer, calcium, natrium en zink. Verhoogde, dan wel verlaagde waarden van deze elementen ten opzichte van de gemiddelde waarden van de achtergrondmonsters die ver buiten de grafheuvel genomen zijn, doch binnen het opgravingsvlak, zijn indicatief voor de aanwezigheid van een begraaving.



### 3. Materiaal en methoden

#### 3.1. Monstername

Tijdens de opgraving zijn van sporen S6.87 en S6.88 van het oppervlak een twintigtal monsters genomen. Beide sporen zijn opgeschaafd, zodat een mooie schone laag bemonsterd kon worden. Bij ieder spoor is een klein grid gebruikt waarvan de X en Y assen zo goed mogelijk parallel aan de X as (lange zijde) en Y as (korte zijde) van de sporen geplaatst zijn. Daarnaast is er van beide sporen tijdens het verdiepen van de kuil een extra monster genomen, welke ongeveer 10 centimeter onder het oppervlak genomen is. Aan de hand van deze monsters kan onderzocht worden of de concentratie van de elementen hoger wordt naarmate dieper in het spoor bemonsterd wordt.

Als achtergrondmonsters zijn er twee monsters uit twee verschillende hoeken van de opgravingsput genomen, op locaties N84;E45,2 en E105;N89 respectievelijk.

De monsters zijn in hersluitbare 60 ml potjes gedaan en vervolgens gedroogd bij 50 °C.

#### 3.2. Preparatie XRF tabletten

Voor het maken van de tabletten voor de XRF analyses zijn de droge monsters allereerst goed gehomogeniseerd. Vervolgens zijn de tabletten (*pellets*) geperst conform het onderstaande protocol (opgesteld door de heer drs. Paul Smit, Faculteit der Aard- en Levenswetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam).

- 1 Weeg 4,500 gram droog monster af ( $\pm 0,005$  gram) en doe dat in een aluminium kuipje
- 2 Voeg vervolgens 10% van het gewicht aan EMU (lijmmiddel) toe en stop het geheel in een agaten molen.
- 3 Schud de agaten molen voor 15 minuten om de monsters tot poeder te vermalen
- 4 Doe de mix in een aluminium kuipje en plaats deze in een roestvrij stalen cilinder. Plaats plastic folie tussen het monster en de stalen deksel van de cilinder om contaminatie van het staal te voorkomen
- 5 Plaats de cilinder in de hydraulische pers en voer de druk op tot twee ton voor circa 30 seconden. In circa 30 seconden de druk weer verminderen tot 0.
- 6 Haal de geperste pellet uit de stalen cilinder, markeer deze en plaats hem in een exsiccator (droogstoof) tot de analyse

#### 3.3. Röntgen fluorescentie spectrometrie (XRF)

De pellets worden geanalyseerd door middel van Röntgen fluorescentie (X-ray fluorescent spectrometry, of XRF). Bij deze methode wordt het te onderzoeken materiaal bestraald met laagenergetische röntgenstralen. De atomen van ieder element aanwezig in het monster zenden daardoor fluorescentiestraling uit van een bepaalde golflengte die karakteristiek voor dat element.

Deze stralingen worden uit elkaar getrokken door een zogenaamd diffractie kristal en kunnen vervolgens worden opgevangen en omgezet in een elektrisch signaal. Met behulp van bekende signalen van standaarden waarmee het apparaat gekalibreerd is, kan met gespecialiseerde software (SuperQ Manager) de concentratie in het monster worden berekend.

De analyses zijn uitgevoerd door de heer drs. Paul Smit, verbonden aan de Faculteit der Aard- en Levenswetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam. De monsters zijn geanalyseerd met een MagiX PRO XRF systeem van Spectris Co., Ltd.

#### 3.4. Data processing

De resultaten zijn weergegeven met behulp Grapher Software (Golden Software, Surfer 8).

#### 4. Resultaten en discussie

In tabel 1 zijn de resultaten weergegeven van de XRF analyses voor vijf specifieke elementen (voor alle resultaten zie bijlage 1). De bodem in Malden is gekarakteriseerd door lage concentraties van alle geanalyseerde elementen en is vergelijkbaar met de mineralogisch arme zandgronden van Noord-Brabant (zie Oonk *et al.* 2009). Een verklaring hiervoor is te vinden in de open en poreuze structuur van zandgronden, waardoor de elementen makkelijk uit de bodem worden gespoeld.

Uit de resultaten blijkt dat de bodem van nature arm is aan calcium. Calcium heeft een sterke bufferwerking voor de pH, en zodoende is het waarschijnlijk dat de pH in Malden laag is. Uit onderzoek is gebleken dat bij pH 6,0 en lager de demineralisatie van bot snel toeneemt. Bij een pH van 4,0 gaat het demineralisatie proces het snelst (Nielsen-Marsh *et al.* 2007).

De processen van respectievelijk ontbinding van het lichaam en demineralisatie van het botmateriaal heeft ondanks de uitspoeling wel zijn sporen in de bodem achtergelaten. Beide sporen (S6.87 en S6.88) zijn licht verrijkt met ijzer, calcium, fosfaat, natrium en zink ten opzichte van de gemiddelde concentratie per element van de achtergrondmonsters.

Tabel 1. Resultaten van de XRF analyses voor vijf elementen.

Structuur	X coördinaat	Y coördinaat	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> O	Zn
			Fe <sub>2</sub>	Ca <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub>	Zn
			(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)
1002	0	80	0,67	0,15	0,08	0,64	18,41
	50	80	0,64	0,19	0,08	0,61	18,72
	120	30	0,57	0,20	0,09	0,63	17,73
	120	80	0,56	0,22	0,11	0,63	15,23
	120	130	0,57	0,18	0,10	0,63	16,73
	160	95	0,56	0,23	0,14	0,62	19,41
	210	30	0,71	0,16	0,05	0,63	18,06
	210	80	0,62	0,24	0,13	0,57	18,17
	210	130	0,50	0,21	0,09	0,57	15,22
	270	80	0,69	0,18	0,07	0,66	18,43
kwadrant			0,45	0,16	0,06	0,59	15,03
1003	0	50	0,78	0,20	0,06	0,69	21,01
	50	50	0,68	0,19	0,13	0,62	24,08
	70	30	0,65	0,20	0,07	0,71	19,80
	70	90	0,50	0,14	0,06	0,60	17,42
	90	50	0,56	0,19	0,07	0,66	15,62
	110	20	0,70	0,18	0,04	0,70	17,52
	140	50	0,52	0,17	0,08	0,64	18,48
	180	30	0,56	0,18	0,04	0,69	17,69
	180	50	0,55	0,16	0,04	0,67	17,22
	220	50	0,51	0,17	0,06	0,67	17,00
kwadrant			0,67	0,22	0,27	0,65	23,16
Achtergrond	N683 E45.5		0,44	0,12	0,03	0,44	11,19
	E105 N89		0,39	0,10	0,04	0,45	14,09
	<b>Gemiddeld</b>		<b>0,42</b>	<b>0,11</b>	<b>0,04</b>	<b>0,44</b>	<b>12,64</b>

#### 4.1. Spoor S6.87

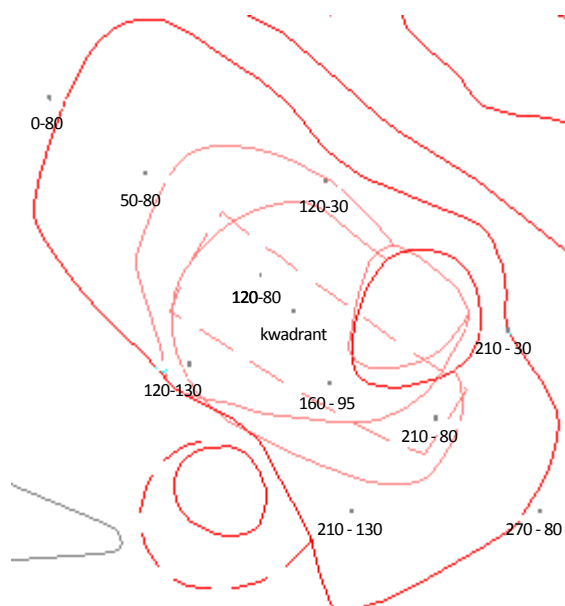
Een overzicht van de monsterlocaties is gegeven in figuur 2. Om deze verrijking van de elementen binnen dit spoor visueel weer te kunnen geven, zijn zij uitgedrukt in percentages. Monsters waarvan de concentratie van een element  $\geq 50\%$  hoger is dan de concentratie van de achtergrondmonsters zijn met rood aangegeven. Door de resultaten te interpoleren zijn de resultaten verkregen zoals weergegeven in figuur 3.

Uit figuur 3 zijn een aantal zaken direct duidelijk. Natrium en zink zijn nauwelijks verrijkt of dusdanig uitgespoeld dat deze elementen geen informatie verschaffen over de aan- of afwezigheid van een graf.

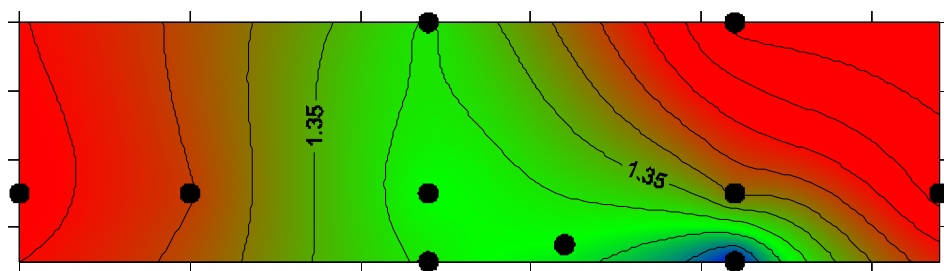
Ijzer, calcium en fosfaat zijn meer verrijkt ten opzichte van de achtergrondmonsters. Daar waar de bodem sterk verrijkt is in calcium en fosfaat, is de bodem amper verrijkt in ijzer (figuur 3A). De relatieve lage concentraties ijzer zijn indicatief voor de toevoeging van grote hoeveelheden organisch materiaal. De ijzeroxides reageren als elektronen acceptor bij de anaërobie afbraak van organisch materiaal. Als gevolg daarvan lossen de ijzer oxides op om ergens anders weer neer te slaan als ijzer (III) oxides. De afwezigheid van hoge concentraties ijzer in dit spoor is daarom indicatief voor de aanwezigheid van organisch materiaal.

De aanwezigheid van ontbindend organisch materiaal zorgt er ook voor dat de concentraties calcium en fosfaat sterk verhoogd zijn ten opzichte van de achtergrondmonsters. Calciumfosfaat is de mineralogische hoofdbestanddeel van volgroeid bot (70%). Demineralisatie van bot zou zodoende een verrijking in de bodem van beide elementen moeten geven. Uit figuren 3B en 3C blijkt dat dit ook zo het geval is.

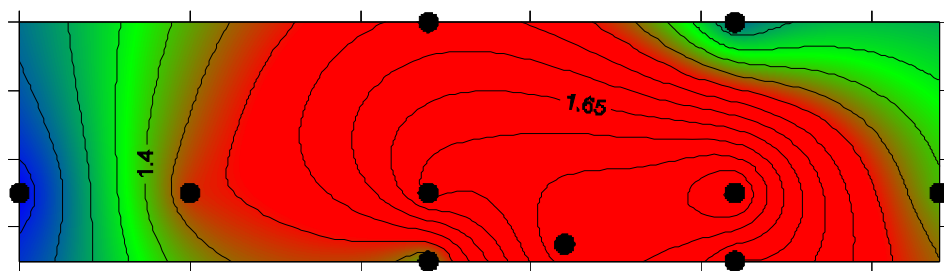
Het monster dat op een dieper niveau is genomen (*kwadrant*) bevat niet per definitie hogere concentraties calcium, fosfaat, natrium en zink dan de monsters die net onder het oppervlak zijn genomen. Wel is dit monster meer verarmt aan ijzer ten opzichte van de oppervlakte monsters, wat kan betekenen dat de hoeveelheid organisch materiaal op een dieper niveau groter is geweest. Dit is in de lijn der verwachting in het geval dat spoor S6.87 een begraving zou zijn.



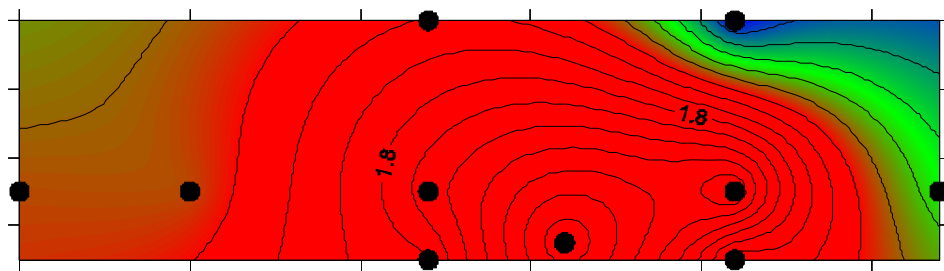
Figuur 2. Overzichtstekening van spoor S6.87 met de monsterlocaties.



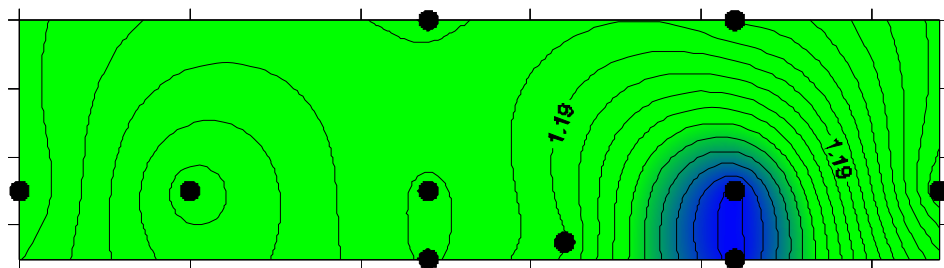
A. Ijzer



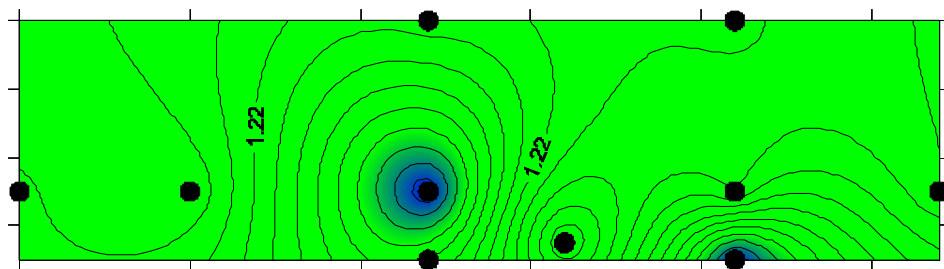
B. Calcium



C. Fosfaat



D. Natrium



E. Zink

Figuur 3. Overzicht van de relatieve verrijking per element ten opzichte van de achtergrondmonsters voor spoor S6.87. De zwarte bollen zijn de monster locaties.



De geochemische resultaten wijzen erop dat ondanks het ontbreken van menselijke resten, dan wel lijksilhouetten, spoor S6.87 als graf kan worden aangemerkt. De monsters genomen in en rondom het rechthoekige spoor (figuur 2) hebben de hoogste calcium en fosfaat en laagste ijzer concentraties ten opzichte van de achtergrondmonsters.

Ook is tijdens de opgraving in dit spoor op 40 centimeter diepte een ovale kuil aangetroffen met daarbij een volledig potje, daterende uit de Midden Bronstijd. Het potje is te relateren met het grafritueel uit die periode (pers. comm. M. Schurmans, ACVU-HBS). Op basis van de geochemische resultaten én de archeologische vondsten kan daarom met zekerheid gesteld worden dat spoor S6.87 de resten zijn van een begraafing.

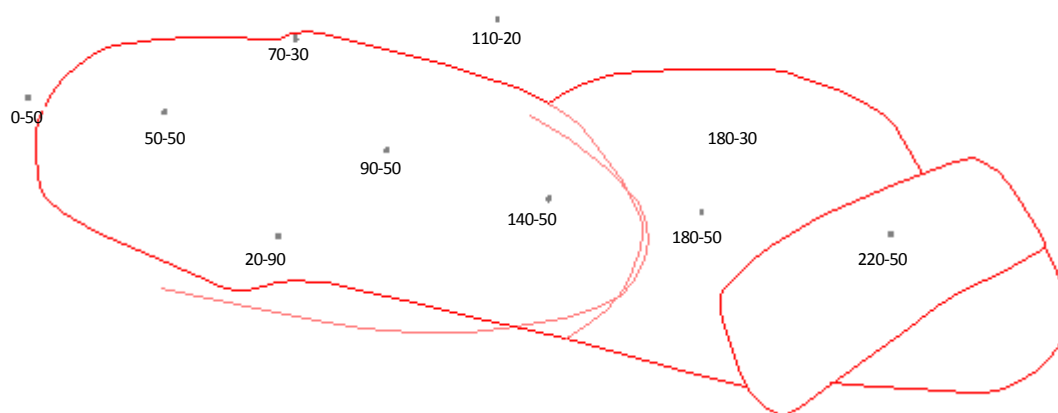
#### 4.2. Spoor S6.88

Een overzicht van de monsterlocaties is gegeven in figuur 4. De resultaten van spoor S6.88 staan weergegeven in figuur 5. Ook hier zijn de verrijkingen uitgedrukt in percentages, en monsters waarvan de concentratie van een element  $\geq 50\%$  hoger is dan de concentratie van de achtergrondmonsters zijn met rood aangegeven.

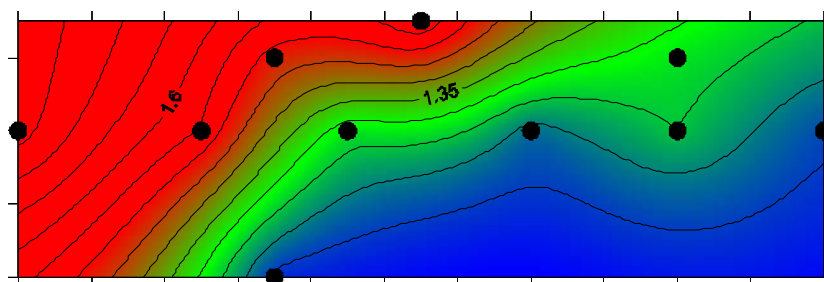
De resultaten laten een heel ander beeld zien dan de resultaten van spoor S6.87. De figuren laten geen eenduidig beeld zien, zoals dat wel te zien was bij het vorige spoor. Natrium is ook hier nauwelijks verrijkt of dusdanig uitgespoeld dat deze geen informatie verschaft over de aan- of afwezigheid van een graf. Maar hoewel de verrijking van de overige elementen wel substantieel hoger is in bepaalde delen van het spoor, is het de vraag in hoeverre deze elementen wel meer inzicht geven over de aard van dit spoor.

Ijzer en calcium zijn beide sterk verrijkt in de linker bovenhoek en in mindere mate in de rest van het spoor. Fosfaat en zink laten eenzelfde beeld zien, hoewel iets meer geconcentreerd in het midden. Monsternummers 110-20, 180-30 en 180-50 laten zelfs helemaal geen verrijking zien van fosfaat ten opzichte van de achtergrondmonsters. De hoogste concentraties zijn aangetroffen bij 140-50 en 50-50. Beide locaties liggen in een klein ovaalvormig spoor.

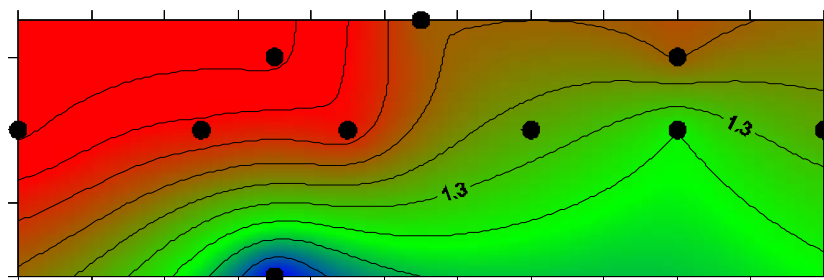
De relatieve grote verrijking van ijzer in de linker bovenhoek strookt niet met de grote relatieve verrijking van fosfaat in datzelfde gebied. Des te meer organisch materiaal ontbindt, des te meer fosfaat er in de bodem moet zitten, en des te minder ijzeroxides.



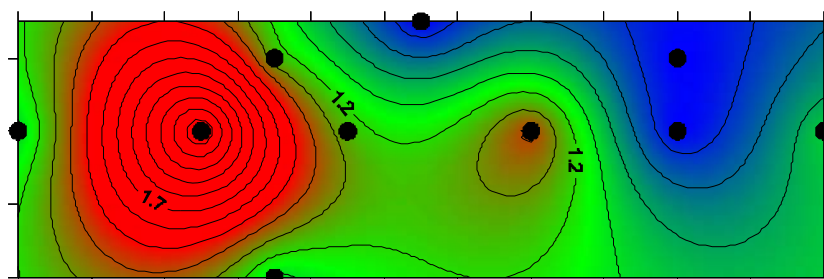
Figuur 4. Overzichtstekening van spoor S6.88 met de monsterlocaties.



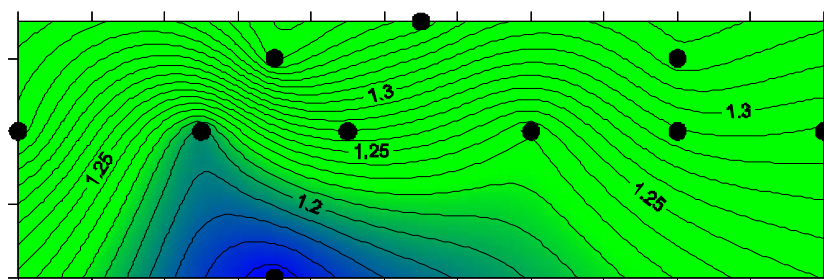
A. IJzer



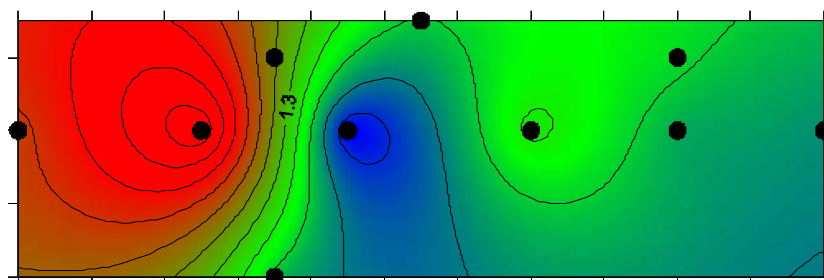
B. Calcium



C. Fosfaat



D. Natrium



E. Zink

Figuur 2. Overzicht van de relatieve verrijking per element ten opzichte van de achtergrondmonsters voor spoor S6.88. De zwarte bollen zijn de monster locaties.

Het monster dat op een dieper niveau is genomen (*kwadrant*) bevat hogere concentraties calcium en fosfaat, alsmede ijzer dan de monsters die net onder het oppervlak zijn genomen.

Uit de geochemische resultaten kan niet duidelijk bewezen worden dat dit spoor de resten representeert van een begraafing. De verkleuring waar monsters 180-30 en 180-50 is met zekerheid niet gerelateerd aan een begraafing. Eenzelfde zou mogelijk geconcludeerd kunnen worden voor de verkleuring waar monster 220-50 genomen is. De bewijzen dat de ovaalvormige verkleuring een begraafing is geweest zijn niet overtuigend. Slechts één monster (50-50) is aanzienlijk verrijkt met fosfaat. Ook het monster dat op een dieper niveau is genomen (*kwadrant*) is aanzienlijk verrijkt met fosfaat en calcium.

De kuil was slechts acht centimeter diep en derhalve niet diep genoeg voor een inhumatie. Echter, gezien de ligging en de vorm van deze kuil is de meest plausibele archeologische interpretatie dat dit wel de resten zijn van een graf. Deze interpretatie kan echter niet door geochemisch onderzoek geverifieerd worden.

## 5. Conclusie

Met behulp van geochemische analyses van een twintigtal monsters uit twee sporen (S6.87 en S6.88) uit een Bronstijd grafheuvel te Malden zijn de archeologische interpretaties aangaande de aard van deze sporen bevestigd.

De hoge verrijkingen van met name fosfaat en calcium en de lage concentraties ijzer in spoor S6.87, alsmede de vondst van een Midden Bronstijd potje welke in verband kan worden gebracht met het grafritueel, leiden tot de conclusie dat spoor S6.87 met zekerheid het spoor is van een Midden Bronstijd inhumatie.

De concentraties fosfaat en calcium uit de bodemonsters uit spoor S6.88 waren niet aanzienlijk verrijkt ten opzichte van de achtergrondmonsters. Van twee van de drie delen waar het spoor uit bestaat kan met zekerheid gezegd worden dat zij niet het resultaat zijn van een begraving. Het ovale spoor in S6.88 laat wel verhoogde concentraties zien van fosfaat en calcium, en dan met name dieper onder het oppervlak, de geochemische resultaten zijn niet overtuigend genoeg om S6.88 als overblijfsel van een begraving aan te duiden. Hoewel gezien de ligging en de vorm van de kuil het wel een plausibele interpretatie is dat het hier om een begraving gaat, is dat niet met behulp van het geochemische onderzoek geverifieerd.



## 6. Referenties

Bethel P.H. en Smith J.U., 1989. Trace element analysis on an inhumation from Sutton Hoo using inductively coupled plasma emission spectrometry. An evaluation of the technique applied tot analysis of organic residues. *Journal of Archaeological Science* 16, 34-45.

Child A.M., 1995. Towards an understanding of the microbial decomposition of archaeological bone in the burial environment. *Journal of Archaeological Science* 22, 165-174.

Gordon C.C. en Buikstra J.E., 1981. Soil Ph, bone preservation and sampling bias at mortuary sites. *American Antiquity* 46, 566-571.

Herreman B. en Grupe G, 1988. Trace element content in prehistoric cremated human remains. *In: Grupe G. en Herreman B. (eds), Trace Elements in Environmental History.* Springer Verlag, Berlijn.

Jans M.J. 2003, Bot. *In: Kars H. en Smit A. (eds), Handleiding Fysiek Behoud Archeologisch Erfgoed. Degradatiemechanismen in sporen en materialen. Monitoring van de conditie van het bodemarchief.* Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies 1, Printpartners Ipskamp, Amsterdam. Beschikbaar online op [www.falw.vu.nl/igba](http://www.falw.vu.nl/igba).

Jenkins D.A., 1989. Trace element geochemistry in archaeological sites. *Environmental Geochemistry and Health* 11-2, 57-62.

Keeley H.C.M., Hudson G.E., Evans J., 1977. Trace element contents of human bones in various states of preservation. *Journal of Archaeological Science* 4, 19-24.

Mason B. en Moore C.B., 1982. *Principles of Geochemistry*, 4th edition. Wiley, New York.

Nielsen-Marsh C.M., Smith, C.I., Jans, M.E.E., Nord, A., Kars, H. Collins, M.J. 2007. Bone diagenesis in the European Holocene II: taphonomic and environmental considerations. *Journal of Archaeological Science* 34,1523-1531.

Oonk, S., Slomp, C.P., Huisman, D.J., Vriend, S.P., 2009. Effects of site lithology in geochemical signatures of human occupation in archaeological house plans in The Netherlands. *Journal of Archaeological Science* 36 (6), 1215-1228.



## Issuelist

2003-01

G. Aalbersberg (2003) *Diatomeeënonderzoek aan IJzertijd-aardewerk van de opgraving Vinkenburg*; IGBA Rapport 2003-01, pp. 12

2003-02

H. Kars (2003) *Slijpplaatjesonderzoek aan zogenaamd Zuid-Nederlands handgemaakt aardewerk*; IGBA Rapport 2003-02, pp. 9

2003-03

G. Aalbersberg (2003) *Korrelgroottemetingen aan materiaal van de sites Lomm en Koeweide*; IGBA Rapport 2003-03, pp. 4

2004-01

A. Kattenberg (2004) *Magnetisch onderzoek in de Maasvallei: een methodologisch onderzoek*; IGBA Rapport 2004-01, pp. 13

2004-02

A. Kattenberg (2004) *Grondradar onderzoek rond de kerk in Elst*; IGBA Rapport 2004-02, pp. 12

2004-03

A. Kattenberg (2004) *Meerssen-Onderste Herkenberg, een magnetisch onderzoek*; IGBA Rapport 2004-03, pp. 16.

2004-04

S. Oonk (2004) *Geochemisch onderzoek in de Maasvallei*; IGBA Rapport 2004-04, pp. 19.

2004-05

G. Aalbersberg & K. Sykora (2004) *Report on the preliminary investigation of the Nicopolis archaeological area and surroundings*; IGBA Rapport 2004-05, pp. 19

2004-06

M.M. van den Berg & E.A. Hatzmann (2004) *Water en Archeologisch Erfgoed*; IGBA Rapport 2004-06, pp. 190.

2004-07

G. Aalbersberg (2004) *Grindanalyses aan Romeins materiaal uit de Leidsche Rijn*; IGBA Rapport 2004-07, pp.11.

2005-01

K.J.R. Kerckhaert & A.E. Kattenberg (2005) *Geofysisch onderzoek bij L'Amastuola, Italië (campagne 2004)*; IGBA Rapport 2005-01, pp. 14.



2005-02

M. Jans (2005) *Degradatie archeologisch bot Raalte-Heeten*; IGBA Rapport 2005-02, pp. 6.

2005-03

S. Leever (2005) *Een analyse van de ijzerproductie in Raalte en Heeten (AD 250-350)*; IGBA Rapport 2005-03, pp. 23

2005-04

G. Aalbersberg & A.J.M. de Kraker (2005) *Reconstructie van het stroomgebied van de Westerschelde tussen 1550 en 2000aan de hand van kaarten en de bedijkingsgeschiedenis* IGBA Rapport 2005-04, pp. 71.

2005-05

A. Smit, A. Beeker & R.M. van Heeringen (2005) *Ontwikkeling van instrumenten om de pH en redoxpotentiaal in de onverzadigde van de bodem te meten; eindrapport*. IGBA rapport 2005-05, pp. 20.

2005-06

M. Jans (2005) *De conservering van archeologisch bot te Stede Broec* IGBA rapport 2005-06, pp. 10

2005-07

A. Smit (2005) *Redoxpotentiaalmetingen op een archeologisch monument en onder een naastgelegen gronddepot te Beuningen*. IGBA rapport 2005-07, pp. 11

2005-08

A. Kattenberg (2005) *Magnetische prospectie van ijzerproductieplaatsen: Heeten-Hordelman. Een methodologisch onderzoek*. IGBA rapport 2005-08, pp. 22

2005-09

S. Oonk (2005) *Geochemische prospectie Zijderveld*. IGBA rapport 2005-09, pp. -.

2005-10

A. Smit (2005) *Redoxpotentiaalmetingen in grondsporen te Meteren-Hondsgemet (gemeente Geldermalsen)*. IGBA rapport 2005-10, pp. 15

2005-11

L.M. Kootker, H. Kars (2005) *Physical, chemical and biological deterioration of the Roman theatre in Ancient Nikopolis, Epirus, Greece;A Preliminary Report*. IGBA rapport 2005-11, pp. 49

2005-12

L.J.T. Janssen, A.L.H. Storme, S.J. Kluiving (2005) *'Ancient landscape in Roman Nikopolis' Reconstruction of geomorphology and vegetation in the area of the Roman city of Nikopolis, Epirus, Greece; A Preliminary Report*. IGBA rapport 2005-12, pp. 75

2006-01

Drs. M. Dekker, Drs. A. Kattenberg (2006) *Elektrisch weerstandsonderzoek Meteren Plantage, Geldermalsen, Huis te Meteren en Kasteel Blanckenstijn*. IGBA rapport 2006-01, pp.15

2006-02

L.J.T. Janssen & A.L.H. Storme (2006) *'Ancient landscape in Roman Nikopolis' Reconstruction of geomorphology and vegetation in the area of the Roman city of Nikopolis, Epirus, Greece*. IGBA rapport 2006-02, pp.156

2006-03

Drs. M. Dekker, Drs. A. Kattenberg (2006) *Elektrisch weerstandsonderzoek Varik Molenblok, gemeente Neerijnen, Huis Varik*. IGBA rapport 2006-03, pp. 11

2006-04

T. Verschoor (2006) *'Archeometallurgie', Een onderzoek naar de ijzerproductie van drie locaties in de omgeving van Raalte*'. IGBA rapport 2006-04, pp. 34

2007-01

Lisette M. Kootker (2007) *'The Roman Theatre in Ancient Nikopolis, Epirus, Greece', Degradation or preservation; an Archaeometric Approach*. IGBA rapport 2007-01, pp. 110

2007-02

R. Abdulfattah (2007) *Detecting Pleistocene Cover Sand by Means of Different Geophysical Techniques*. IGBA-rapport 2007-02, pp. 28

2007-03

R. Abdulfattah (2007) *The Applications of Geophysics in Investigating Burial Mounds and Urnfields in the Netherlands*. IGBA rapport 2007-03, pp.30

2007-04

M. Theelen (2007) *Chemical analysis of Roman bronzes from Naaldwijk*. IGBA rapport 2007-04, pp.79

2007-05

Lisette M. Kootker (2007) *'On the binders of mortars from Nikopolis, Greece'. A physico-chemical characterization in view of their conservation*' IGBA-rapport 2007-05, pp. 79

2007-06 vervallen

2007-07

Drs. Saddha (A.G.F.M.) Cuijpers (2007) *Histologische soortdeterminatie van drie verbrande botfragmenten uit het Laatpaleolithicum*. IGBA rapport 2007-07, pp.10

2008-01

A.H.L. Storme (2008) *'The landscape at Zakynthos'. Detailed geomorphological description of the south-eastern part of the Vassilikos Peninsula*. IGBA rapport 2008-01, pp. 246

2008-02

Michel Vorenhout (2008) *Grondwaterstand en -kwaliteit rond twee verschillende ingekuilde wrakken (25H-20 en -21, Almere)*. IGBA rapport 2008-02, pp.16

2008-03

M. Tendurus (in prep.)

2008-04

Renee van der Locht & Henk Kars (2008) *Stabiele stikstof en koolstof isotopen als indicatie voor paleodiet in Middeleeuws Vlaardingen*. IGBA-rapport 2008-04, pp. 32

2008-05

Michiel Dekker (2008) *'Applications of Light Stable Isotopes to Archaeology: Three Case Studies Addressing Diet, Seasonality & Climate'*. *Palaeodiet, Palaeoclimate and Migration: Stable Isotope Analysis of Human Remains at the Anglo-Saxon Cemetery at Ely, United Kingdom. Seasonal Variations Observed in Modern Red Deer Teeth from Tolna, Hungary. Seasonal Variations around the Pleistocene-Holocene Transition Observed in Red Deer Teeth from Pupicina, Croatia*. IGBA rapport 2008-05, pp. 123.

2008-06

Michel Vorenhout (2008) *Veenterpen Matsloot-Roderwolde en Peizer- & Eeldermaden: beperkte nulmeting en advies voor monitoring*. IGBA-rapport 2008-06, pp.30 + 3 kaarten

2008-07

Annelies Koopman (2008) *Landscape Reconstruction around Neolithic Kom W, Fayum, Egypt; a Geo-Archaeological Approach*. IGBA-rapport 2008-07, pp. 208 + supplement

2008-08

Michiel Dekker & Renee van de Locht (2008). *Reconstruction of the Landscape around the Roman City of Nikopolis, Greece. An Integrated Study using Geomorphological and Geological Research combined with Archaeological Data and Soil Analysis*. IGBA rapport 2008-08, pp.294

2008-09

Renée van de Locht (2008). *Ancient Starch in Çatalhöyük and Kaman Kalehöyük, Turkey Morphology, distribution patterns and preservation conditions of starch granules in archaeological features and soils*. IGBA rapport 2008-09 pp. 100

2008-10

Renée van de Locht & Henk Kars (2008). *Herkomstbepaling door middel van Strontium en Zuurstof isotopen van 11<sup>de</sup> eeuwse Vlaardingers*. IGBA rapport 2008-10, pp. 44

2009-01

Lisette Kootker (2009) in prep.

2009-02

Maaïke Sonders (2009) in prep.

2009-03

Michel Vorenhout (2009). *Wuustegraaf/Hemmen A1.1-Monitoring 2006 en 2007*. IGBA-rapport 2009-03, pp 17.

2009-04

Saddhā Cuijpers (2009). *Fysisch antropologisch onderzoek van de crematieresten uit het grafveld Groesbeek-Spoorlaan*. IGBA rapport 2009-04, pp. 22

# Bijlage 1

Lab ID	Spoor	X coördinaat	Y coördinaat	Sum of conc.	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	P2O5	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	Ga	Zn	W	Cu	Hf	Ni	Yb
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
PX1752	56.87	0	80	89,453	0,67	0,01	0,2	0,15	1,23	0,08	82,54	3,72	0,22	0,54	2,67	18,41	-3,17	1,99	2,62	8,56	1,22
PX1745		50	80	91,429	0,64	0,01	0,21	0,19	1,15	0,08	84,71	3,63	0,2	0,61	2,71	18,72	-2,62	6,96	2,66	7,85	1,07
PX1746		120	30	90,087	0,57	0,01	0,21	0,2	1,2	0,09	83,13	3,84	0,2	0,63	2,72	17,73	-2,65	2,77	2,82	7,98	1,52
PX1753		120	80	88,836	0,56	0,01	0,22	0,22	1,2	0,11	82,03	3,67	0,19	0,63	2,8	15,23	-2,38	2,64	3,57	7,09	1,09
PX1768		120	130	89,938	0,57	0,01	0,22	0,18	1,21	0,1	83,09	3,75	0,19	0,63	2,66	16,73	-2,82	2,6	2,8	8,23	0,84
PX1749		160	95	88,43	0,56	0,01	0,22	0,23	1,19	0,14	81,52	3,74	0,19	0,62	2,76	19,41	-2,28	2,73	3,39	7,29	1,01
PX1751		210	30	88,829	0,71	0,01	0,21	0,16	1,19	0,05	81,92	3,71	0,23	0,63	2,85	18,06	-2,69	2,08	3,23	9,09	1,32
PX1748		210	80	87,761	0,62	0,01	0,21	0,24	1,12	0,13	80,93	3,73	0,2	0,57	2,78	18,17	-3,04	3,27	3,02	7,02	0,93
PX1747		210	130	90,445	0,5	0	0,19	0,21	1,1	0,09	84,18	3,41	0,18	0,57	2,52	15,22	-1,94	2,68	2,72	6,97	0,63
PX1750		270	80	87,622	0,69	0,01	0,22	0,18	1,27	0,07	80,37	3,91	0,24	0,66	2,87	18,43	-2,47	2,41	3,66	9,9	1,3
PX1754		Kwadrant		88,764	0,45	0	0,2	0,16	1,17	0,06	82,45	3,51	0,17	0,59	2,51	15,03	-2,87	1,57	1,74	6,73	1,15
PX1759	56.88	0	50	88,136	0,78	0,01	0,23	0,2	1,34	0,06	80,18	4,36	0,29	0,69	3,43	21,01	-2,28	1,82	3,28	11,5	1,12
PX1767		50	50	87,995	0,68	0,01	0,22	0,19	1,2	0,13	80,27	4,44	0,23	0,62	3,24	24,08	-2,53	3,42	2,77	9,76	0,98
PX1766		70	30	89,122	0,65	0,01	0,22	0,2	1,33	0,07	81,52	4,19	0,24	0,71	3,11	19,8	-2,39	1,99	2,68	10,06	0,97
PX1758		70	90	88,339	0,5	0	0,18	0,14	1,15	0,06	82,1	3,44	0,17	0,6	2,52	17,42	-2,31	1,9	2,5	7,32	0,67
PX1764		90	50	88,725	0,56	0,01	0,21	0,19	1,2	0,07	81,75	3,88	0,19	0,66	2,77	15,62	-2,17	1,78	2,48	7,68	0,79
PX1762		110	20	88,814	0,7	0,01	0,2	0,18	1,33	0,04	81,52	3,88	0,25	0,7	2,95	17,52	-2,28	1,92	2,93	10,34	0,87
PX1760		140	50	87,894	0,52	0,01	0,22	0,17	1,21	0,08	80,71	4,15	0,2	0,64	2,74	18,48	-2,93	2,42	2,71	7,95	1,09
PX1763		180	30	89,106	0,56	0,01	0,21	0,18	1,29	0,04	82,17	3,75	0,2	0,69	2,89	17,69	-2,41	1,33	2,8	8,55	0,99
PX1765		180	50	88,628	0,55	0,01	0,22	0,16	1,26	0,04	81,77	3,76	0,19	0,67	2,71	17,22	-2,3	1,23	2,23	7,73	0,37
PX1761		220	50	88,634	0,51	0,01	0,21	0,17	1,24	0,06	81,75	3,84	0,19	0,67	2,63	17	-2,52	1,58	3,34	7,77	0,65
PX1757		Kwadrant		88,161	0,67	0,01	0,23	0,22	1,25	0,27	79,09	5,51	0,26	0,65	3,27	23,16	-1,81	2,85	3,16	10,04	1,26
PX1755	N683:E45,5			90,928	0,58	0,01	0,24	0,17	1,25	0,05	83,46	4,22	0,28	0,67	3,2	16,49	-2,87	1,21	3,29	10,43	0,94
PX1756	E105:N89			87,393	0,52	0,01	0,2	0,15	1,24	0,09	80,03	4,26	0,26	0,63	2,99	20,11	-2,86	1,41	1,75	9,41	1,24

